

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-124754

(43)Date of publication of application : 25.04.2003

(51)Int.Cl.

H03F 3/19

H03F 1/56

H03F 3/68

(21)Application number : 2001-320060

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.10.2001

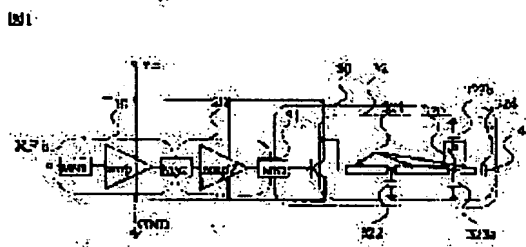
(72)Inventor : TAGAMI TOMONORI  
SEKINE KENJI  
KURIYAMA SATORU

## (54) HIGH FREQUENCY AMPLIFIER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a high frequency amplifier capable of miniaturizing a substrate area and dealing with a plurality of frequencies, a plurality of modulation systems and outputs.

**SOLUTION:** In this high frequency amplifier, in order to configure a matching circuit for providing load impedance optimized to a plurality of frequency bands, outputs and signal modulation systems, the values of matching elements are changed within one matching circuit. When changing such a matching element value, a plurality of elements are connected through a micromechanical switch onto the matching circuit or two separated points on a transmission line are connected by using the micromechanical switch and ON/OFF of this micromechanical switch is controlled. Thus, the element value or transmission line length is changed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-124754

(P2003-124754A)

(43) 公開日 平成15年4月25日 (2003.4.25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 3 F	3/19	H 0 3 F 3/19	5 J 0 6 9
	1/56	1/56	5 J 0 9 1
	3/68	3/68	Z 5 J 0 9 2
			5 J 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-320060 (P2001-320060)

(22) 出願日 平成13年10月18日 (2001.10.18)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 田上 知紀

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 関根 健治

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

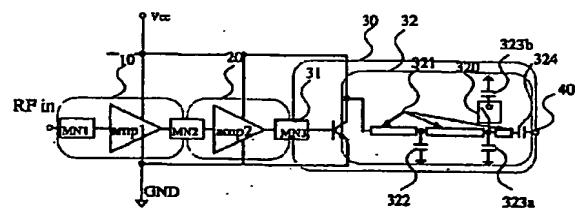
(54) 【発明の名称】 高周波増幅器

(57) 【要約】

【課題】 基板面積の小型化が可能な複数周波数、複数変調方式、出力に対応可能な高周波増幅器を提供する。

【解決手段】 本発明の高周波増幅器は、複数の周波数帯、出力、信号変調方式に最適化された負荷インピーダンスを実現する整合回路を構成するために、一つの整合回路の中に整合素子の値を変化させてこれを実現する。この整合素子値を変化させるに当たって複数の素子を整合回路上にマイクロメカニカルスイッチを通じて接続し、もしくは伝送線上の離れた二点間をマイクロメカニカルスイッチを用いて接続し、このマイクロメカニカルスイッチをオン／オフ制御することで素子値、あるいは伝送線路長を変化させることを特徴とするものである。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】送信信号を増幅して出力する増幅器と、前記増幅器の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的スイッチとを具備して成り、前記機械的スイッチのオン・オフ動作により前記出力整合回路の整合インピーダンスが変化するよう構成され、前記整合インピーダンスの変化により複数の周波数帯域の前記送信信号を増幅可能に構成されていることを特徴とする高周波増幅器。

【請求項 2】送信信号を増幅して出力する増幅器と、前記増幅器の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的スイッチとを具備して成り、前記機械的スイッチのオン・オフ動作により前記出力整合回路の整合インピーダンスが変化するよう構成され、前記整合インピーダンスの変化に伴い前記増幅器の飽和出力レベルが変化するよう構成されていることを特徴とする高周波増幅器。

【請求項 3】請求項 1 または 2 のいずれかにおいて、前記増幅器は複数段構成であり、前記複数段のうち最終段以外の増幅段は前記複数の周波数帯域に渡る増幅帯域幅を有し、最終段は前記複数の周波数帯域に渡る増幅帯域幅より狭い帯域幅を有することを特徴とする高周波増幅器。

【請求項 4】マルチモード型携帯電話の送信信号を増幅する複数段構成の増幅器と、前記増幅器の最終段の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的スイッチとを具備して成り、前記機械的スイッチにより前記送信信号の送信周波数または出力レベルに前記出力整合回路を適合させるよう構成されていることを特徴とする高周波増幅器。

【請求項 5】送信信号を入力するための第 1 のノードと、第 1 の出力整合回路とを有し、前記第 1 のノードを介して入力された送信信号を増幅して前記第 1 の出力整合回路を介して出力する第 1 の増幅器と、前記第 1 の増幅器の出力信号を入力するための第 2 のノードと、第 2 の出力整合回路とを有し、前記第 2 のノードを介して入力された信号を増幅して前記第 2 の出力整合回路を介して出力する第 2 の増幅器と、前記第 2 の増幅器の出力信号を入力するための第 3 のノードと、前記第 1 および第 2 の出力整合回路よりも狭帯域の送信信号を整合可能に構成された第 3 の出力整合回路と、該第 3 の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的スイッチとを有し、前記第 3 のノードを介して入力された信号を増幅して前記第 3 の出力整合回路を介して出力する第 3 の増幅器とを具備して成り、

前記機械的スイッチのオン・オフ動作により、前記送信信号の送信周波数または出力レベルに前記第 3 の出力整合回路の整合回路素子の値を適合させるよう構成されて

いることを特徴とする高周波増幅器。

【請求項 6】送信信号を入力するための第 2 のノードと、第 2 の出力整合回路とを有し、前記第 2 のノードを介して入力された送信信号を増幅して前記第 2 の出力整合回路を介して出力する第 2 の増幅器と、前記第 2 の増幅器の出力信号を入力するための第 3 のノードと、前記第 2 の出力整合回路よりも狭帯域の送信信号を整合可能に構成された第 3 の出力整合回路と、該第 3 の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的スイッチとを有し、前記第 3 のノードを介して入力された信号を増幅して前記第 3 の出力整合回路を介して出力する第 3 の増幅器とを具備して成り、前記機械的スイッチのオン・オフ動作により、前記送信信号の送信周波数または出力レベルに前記第 3 の出力整合回路の整合回路素子の値を適合させるよう構成されていることを特徴とする高周波増幅器。

【請求項 7】単一の周波数帯の第 1 の送信信号を増幅する複数段構成の第 1 の増幅器系統と、複数の周波数帯の複数の送信信号を増幅する複数段構成の増幅器と、該増幅器の最終段の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的スイッチを含む第 2 の増幅器系統とを具備して成り、前記機械的スイッチにより前記複数の送信信号のうちの少なくとも 2 つの送信信号の送信周波数または出力レベルに前記出力整合回路を適合させるよう構成されていることを特徴とする高周波増幅器。

【請求項 8】請求項 7 において、前記単一の周波数帯は GSM 帯であり、前記複数の周波数帯は DC S 帯、PCS 帯、および W-CDMA 帯から成ることを特徴とする高周波増幅器。

【請求項 9】請求項 1乃至 8 のいずれかにおいて、前記機械的スイッチがマイクロメカニカルスイッチであることを特徴とする高周波増幅器。

【請求項 10】請求項 9 において、前記マイクロメカニカルスイッチは半導体集積回路作製に用いられるのと同様のホトリソグラフィー並びにエッチングを用いて加工され、増幅器基板に集積化されていることを特徴とする高周波増幅器。

【請求項 11】請求項 9 において、前記マイクロメカニカルスイッチは半導体集積回路作製に用いられるのと同様のホトリソグラフィー並びにエッチングを用いて加工され、増幅用トランジスタと共に集積化されていることを特徴とする高周波増幅器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波移動体通信用端末に用いられる高周波増幅器に関し、特に複数の周波数あるいは複数のシステムあるいは複数の出力レベルで用いられる高周波増幅器に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の高周波増幅器の構造として、特開平4-269013号公報にその一例が開示されている。同公報の図1の符号を参照して説明する。21は電力増幅器であり、22及び23はフィルタ及び整合回路網であり、26は負荷インピーダンスであり、24並びに25は、被変調搬送波の変調の種類に応じて整合回路網22と23を切り替えるスイッチである。スイッチ24並びに25はリレー、機械的の動作接点、又はPINダイオード、FETの様な電子接点である。

【0003】他の従来の高周波増幅器の構造として、特開平9-232887号公報にその一例が開示されている。同公報の図1の符号を参照して説明する。10は入力整合回路であり、21はGaAsパワーFETであり、30及び40はGaAsパワーFETの出力信号のインピーダンスを周波数帯域に応じて最適化して出力する整合回路網であり、27は出力整合回路を切り替えるスイッチである。スイッチ27はPINダイオード、FETの様な電子接点、または周波数選択性のあるフィルタである。

【0004】さらに他の従来の高周波増幅器の構造として、特開2001-196875号公報にその一例が開示されている。同公報の図1の符号を参照して説明する。3は利得可変素子であり、4aは増幅手段であり、8a及び8bは複数の出力整合手段であり、6a及び6bは増幅手段4aに接続する出力整合手段を切り替える切替手段であり、5aは利得可変手段の利得と増幅手段の動作電流と切替手段の切替を制御する制御手段である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】特開平4-269013号公報の例においては、切替スイッチ素子がリレー、機械的の動作接点で構成された場合には、その寸法が大きいため、増幅器の占有面積が大きくなるという問題点があった。また、PINダイオード、FETの様な電子接点を用いると素子の電気抵抗が大きいため、整合回路での損失が増大し、高い効率が得られないだけでなく、PINダイオード、FETの大信号動作時の歪が増幅器の歪特性を劣化させるという問題点があった。また、整合回路を2組用意するため、増幅器の占有面積が大きくなるという問題点があった。

【0006】特開平9-232887号公報の例においても切替スイッチにPINダイオード、FETの様な電子接点を用いると素子の電気抵抗が大きいため、整合回路での損失が増大するだけでなく、PINダイオード、FETの大信号動作時の歪が増幅器の歪特性を劣化させるため、高い効率が得られないという問題点があった。また、切替にフィルタを用いると増幅器の寸法が大きくなるという問題点があった。さらに、整合回路を2組用意するため、増幅器の占有面積が大きくなるという問題点があった。

【0007】特開2001-196875号公報の例においても、切替スイッチにPINダイオード、FETの様な電子接点を用いると素子の電気抵抗が大きいため、整合回路での損失

が増大するだけでなく、PINダイオード、FETの大信号動作時の歪が増幅器の歪特性を劣化させるため、高い効率が得られないという問題点があった。また、整合回路のインピーダンスを変化させるに当たってバラクタダイオード等の連続的に素子値の変わる素子を用い得ることも示されているが、素子値を正確に制御するために制御電圧の値を精密に設定する必要があり、回路規模が徒に大きくなるという問題点があった。さらに、整合回路を2組用意するため、増幅器の占有面積が大きくなるという問題点があった。

【0008】本発明の目的は、上記の諸問題を解決し、複数の周波数あるいは複数のシステムあるいは複数の出力で高い効率を実現する小型な高周波増幅器を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の高周波増幅器は、複数の周波数帯、出力、信号変調方式に最適化された負荷インピーダンスを実現する整合回路を構成するために、複数の独立した整合回路を用いることをせず、一つの整合回路の中に整合素子の値を変化させてこれを実現する。この整合素子値を変化させるに当たってバラクタダイオードのような連続的に素子値の変わる素子を用いるのではなく、複数の素子を整合回路上にマイクロメカニカルスイッチを通じて接続し、もしくは伝送線上の離れた2点間をマイクロメカニカルスイッチを用いて接続し、このマイクロメカニカルスイッチをオン/オフ制御することで素子値、あるいは伝送線路長を変化させることを特徴とするものである。ここでマイクロメカニカルスイッチとは半導体集積回路を作成するのと同様の手段一すなわち、基板全面に対する絶縁膜、導電性膜の堆積とそれに対するホトリソグラフィ並びに化学的/物理的エッチングを用いた加工を繰り返すといった手段一によって作成されるスイッチである。その寸法は作成基板の面内方向に数マイクロメートル〜数百マイクロメートル、基板に垂直方向に1マイクロメートル以下〜数十マイクロメートルである。また、その駆動方法は静電駆動、電磁駆動、ピエゾ素子による圧電駆動、または発熱体と熱膨張率の異なる複数の材料を張り合わせたバイメタルからなる駆動等を用いることによって行うことができる。このように、マイクロメカニカルスイッチは一般のリレーもしくは機械的スイッチとはその作成方法、寸法、駆動に必要なエネルギー等が異なる。

【0010】具体的には、本発明の高周波増幅器は、送信信号を増幅して出力する増幅器と、その増幅器の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的スイッチとを具備して成り、機械的スイッチのオン・オフ動作により出力整合回路の整合インピーダンスが変化するように構成される。その整合インピーダンスの変化により複数の周波数帯域の送信信号を増幅可能に構成され、あるいは、その整合インピーダンスの変化に伴い前

記増幅器の飽和出力レベルが変化するよう構成される。

【0011】ここで、増幅器は複数段構成とし、その複数段のうち最終段以外の増幅段がその複数の周波数帯域に渡る増幅帯域幅を有し、最終段がその複数の周波数帯域に渡る増幅帯域幅より狭い帯域幅を有するようにしてもよい。

【0012】また、本発明の高周波増幅器は、マルチモード型携帯電話の送信信号を増幅する複数段構成の増幅器と、その増幅器の最終段の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的スイッチとを具備して成り、機械的スイッチにより送信信号の送信周波数または出力レベルに出力整合回路を適合させるよう構成される。

【0013】さらに具体的には、本発明の高周波増幅器は、送信信号を入力するための第1のノードと、第1の出力整合回路とを有し、第1のノードを介して入力された送信信号を増幅して第1の出力整合回路を介して出力する第1の増幅器と、第1の増幅器の出力信号を入力するための第2のノードと、第2の出力整合回路とを有し、第2のノードを介して入力された信号を増幅して前記第2の出力整合回路を介して出力する第2の増幅器と、第2の増幅器の出力信号を入力するための第3のノードと、第1および第2の出力整合回路よりも狭帯域の送信信号を整合可能に構成された第3の出力整合回路と、第3の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的スイッチとを有し、第3のノードを介して入力された信号を増幅して第3の出力整合回路を介して出力する第3の増幅器とを具備して成り、機械的スイッチのオン・オフ動作により、送信信号の送信周波数または出力レベルに第3の出力整合回路の整合回路素子の値を適合させるよう構成される。

【0014】あるいは、送信信号を入力するための第2のノードと、第2の出力整合回路とを有し、第2のノードを介して入力された送信信号を増幅して前記第2の出力整合回路を介して出力する第2の増幅器と、第2の増幅器の出力信号を入力するための第3のノードと、第2の出力整合回路よりも狭帯域の送信信号を整合可能に構成された第3の出力整合回路と、第3の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的スイッチとを有し、第3のノードを介して入力された信号を増幅して第3の出力整合回路を介して出力する第3の増幅器とを具備して成り、機械的スイッチのオン・オフ動作により、送信信号の送信周波数または出力レベルに第3の出力整合回路の整合回路素子の値を適合させるよう構成される。

【0015】また、本発明の高周波増幅器は、単一の周波数帯の第1の送信信号を増幅する複数段構成の第1の増幅器系統と、複数の周波数帯の複数の送信信号を増幅する複数段構成の増幅器と、増幅器の最終段の出力整合回路に含まれる整合回路素子の値を切り替える機械的ス

イッチとを含む第2の増幅器系統とを具備して成り、機械的スイッチにより複数の送信信号のうちの少なくとも2つの送信信号の送信周波数または出力レベルに出力整合回路を適合させるよう構成される。

【0016】ここで、単一の周波数帯はGSM帯であり、複数の周波数帯はDCS帯、PCS帯、およびW-CDMA帯から成るようにしてもよい。

【0017】さらに、以上の各構成において、機械的スイッチとしてマイクロメカニカルスイッチを用いてもよい。その場合、マイクロメカニカルスイッチは半導体集積回路作製に用いられるのと同様のホトリソグラフィー並びにエッチングを用いて加工されたものとなることができ、増幅器基板に集積化されるもの、あるいは、さらに増幅用トランジスタと共に集積化されるものとなることができる。

【0018】本発明の高周波モジュールによれば、複数の整合回路を用いず1つの整合回路の素子定数を変化させることで複数の負荷インピーダンスを実現するので、回路占有面積の増大を避けることができる。また、スイッチにより素子値を切り替えるので、素子値が連続変化する素子を制御することに伴う精密な制御電圧の設定も不必要である。さらに、マイクロメカニカルスイッチが基本的に金属接点を有するスイッチであることから、半導体スイッチ等の電子スイッチを用いた場合に問題となる大信号動作時の半導体素子の非線形特性に基づく信号歪みの発生、あるいは素子の抵抗成分による損失の発生を抑制することが可能である。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施例として高周波電力増幅器モジュールについて詳細に説明する。

<実施例1>まず、図1及び図2を用いて本発明の2帯域高周波増幅器の構成を説明する。図1は本発明の実施例1の回路図を、図2は実施例1の平面図を各々示す。図1、2において、10は増幅器の初段であり、20は増幅器の第2段であり、30は増幅器の第3段であり、31は増幅器の第3段の入力整合回路であり、32は増幅器の出力整合回路であり、33は増幅器の第3段の増幅手段であるパワートランジスタであり、321は出力整合回路32の主伝送線路であり、322、323a、323b、324は増幅器の出力整合回路に設けられた容量素子であり、320は323bと主伝送線路321との間に設けられたマイクロメカニカルスイッチである。ここでマイクロメカニカルスイッチとは半導体集積回路を作成するのと同様の手段一すなわち、基板全面に対する絶縁膜、導電性膜の堆積とそれに対するホトリソグラフィー並びに化学的／物理的エッチングを用いた加工を繰り返すといった手段一によって作成されるスイッチである。その寸法は作成基板の面内方向に数マイクロメートル〜数百マイクロメートル、基板に垂直方向に1マイクロメートル以下〜数十マイクロメートルであ

る。また、その駆動方法は静電駆動、電磁駆動、ピエゾ素子による圧電駆動、または発熱体と熱膨張率の異なる複数の材料を張り合わせたバイメタルからなる駆動等を用いることによって行うことができる。このように、マイクロメカニカルスイッチは一般のリレーもしくは機械的スイッチとはその作成方法、寸法、駆動に必要なエネルギー等が異なる。325及び326は前記マイクロメカニカルスイッチ320の駆動電極であり、40は出力端子である。100はアルミナセラミックからなる増幅器基板である。パワートランジスタ33はGaAsヘテロ接合バイポーラトランジスタであり、放熱を良好にするため基板厚さ100マイクロメートルまで薄層化された後に銀ペーストで増幅器基板100に接着され、ワイヤボンディングにより増幅器基板上の整合回路32と接続される。また、マイクロメカニカルスイッチ320は前記半導体集積回路作成と同様の手段によって前記増幅器基板上に構成される。整合回路内の容量素子322、323a、323b、324はハンダによって増幅器基板100に搭載される。

【0020】以下、2帯域高周波増幅器の動作について図1を参照しながら説明する。

【0021】本発明の2帯域増幅器は欧州において用いられる携帯電話方式GSM1800(帯域1710~1785MHz)及び米国で用いられている携帯電話方式PCS(帯域1850~1910MHz)の2帯域の増幅器である。図1において、増幅器の初段10及び第2段20は前記2帯域の両方を十分に増幅できる1680~1950MHz程度の帯域を持つ広帯域の増幅器である。一方、第3段増幅器30は帯域50MHz程度になるように設計される。その理由は第3段を広帯域設計すると効率が劣化するからである。初段・第2段増幅器及び第3段増幅器の利得の帯域特性を図3に示す。増幅器の出力はGSM1800、PCS方式のいずれも33dBm程度が必要とされるが、出力33dBmにおける増幅器の効率は広帯域設計の場合、組み立てばらつきを含めて40~45%程度、50MHz程度の帯域に設計した場合には50~55%の効率が得られた。

【0022】前記50MHz程度の狭帯域の増幅器を100MHz以上異なる2つの帯域に整合させるためにマイクロメカニカルスイッチ320を用いる。整合容量322、323a、324は常に主伝送線路321に接続されており、スイッチ320がオフ状態では整合回路は周波数の高いPCS帯域に整合されている。ここで、スイッチ320をオンにすると同じ位置で主伝送線路321に接続された整合容量323aと整合容量323bの容量が足されて整合回路での位相回転が増加する。このため、スイッチ320がオフの状態と比べてより低い周波数で整合がとれる。このことを示したのが図4a及び図4bである。図4a及びbはパワートランジスタ33の出力端から50オームで終端された出力整合回路32を見込んだ場合の複素インピーダンスをスミスチャート上に示した図である。図4aはスイッチ320オフの状態、図4bはスイッチ320がオンの状態である。図中マーカーで示し

たのは各々PCSの帯域の上下端、並びにGSM1800の帯域の上下端における反射である。この図から明らかなように、スイッチオン時のGSM1800帯域とスイッチオフ時のPCS帯域と反射係数が重なっており、双方で同等の出力/効率が得られることが予測される。実際にこの増幅器でPCS帯域、GSM1800のいずれも素子ばらつきの範囲内で同じ効率/出力、すなわち、出力33dBmにおいて効率50~55%が得られた。

【0023】したがって、本実施例の発明によれば、複数の周波数帯域において広帯域整合をとった場合よりも高い効率を得ることができる。

【0024】本実施例ではパワートランジスタとしてヘテロ接合バイポーラトランジスタを用いたが、本発明の本質は整合回路のインピーダンスをマイクロメカニカルスイッチによって切り替えることに有り、Siバイポーラトランジスタ、Si-MOSFET、GaAs-FET等を用いても同様の効果が得られるのは勿論のことである。また、本実施例はGSM1800とPCSの2帯域増幅器について示したが、他の2帯域増幅器、たとえばGSM1800とW-CDMA(1920MHz~1980MHz)等の組み合わせ、あるいはGSM1800、PCS、W-CDMAの3帯域増幅器についても同様の手法で拡張することによって実現可能であることは言うまでもない。

<実施例2>本発明の実施例2の構成を図5、図6を用いて説明する。図5は図1におけるパワートランジスタの出力部分に相当する部分の回路図であり、図6は該部分の構成の拡大図である。図6において、パワートランジスタ33を構成する半導体チップ上の出力パッド部に接続された集積化容量素子331a及び331bを設け、331aは直接ボンディングパッド332に接続され、331bはパワートランジスタチップ上に集積化したマイクロメカニカルスイッチ330を介して同じボンディングパッド332に接続される。ボンディングパッド332はボンディングワイヤ333を介して増幅器基板100上のグラウンドパッド334に接続される。集積化容量素子331aの容量値とボンディングワイヤ333のインダクタンスとの直列共振周波数は増幅信号周波数のほぼ2倍になるように設定されており、増幅器の非線形歪みによって生じる2倍高調波に対して負荷インピーダンスがほぼ短絡となり、2倍高調波信号がトランジスタに戻ることにより効率向上を図る、所謂2倍高調波トラップを形成する。出力整合回路32において複数の周波数帯域を切り替えて増幅を行う場合、2倍高調波周波数も変化するので、2倍高調波トラップの素子定数も変化させる必要がある。2倍高調波トラップはパワートランジスタから見込んだインピーダンスが前記のように短絡に近い条件で効率が最大となるので、本実施例のようにキャパシタとインダクタの直列共振を用いる場合にはパワートランジスタ出力の直近にトラップを設ける必要がある。従って、本実施例に示すようにパワートランジスタに集積化した容量素子を用いるのが最適であり、また、高調波トラップの周波数切替にはパワート

ランジスタと集積化したマイクロメカニカルスイッチ330を用い、整合回路の整合周波数を切り替えるのに同期してマイクロメカニカルスイッチ330をオン・オフすることで2倍高調波トラップの周波数も同時に切り替えて高い効率を実現する事が可能である。2倍高調波トラップの共振周波数を信号周波数と同期して変えることにより、増幅器効率は3%向上した。パワートランジスタの作製工程には絶縁膜堆積、金属導電膜堆積、膜の化学的・物理的加工が用いられるので、マイクロメカニカルスイッチを集積化するのは容易である。一般に半導体チップ製造工程においては増幅器基板製造工程よりも微細な加工を行うことが可能であり、パワートランジスタと集積化したマイクロメカニカルスイッチ330では増幅器基板上に設けたマイクロメカニカルスイッチよりも小型・高精度なスイッチを得ることができる。そのため、第4の実施例に示す、高調波トラップ共振周波数を切り替えるマイクロメカニカルスイッチを増幅器基板上に設けた場合と比べて低損失な高調波トラップを実現可能である。

<実施例3>図7に本発明の高周波増幅器の別の実施例を示す。実施例2における2倍高調波トラップのボンディングパッド332を分割し、332a、332bと複数設け、各パッドは各々ボンディングワイヤ333a、333bを介してグラウンドパッド334に接続される。ボンディングパッド333a、333bの間はマイクロメカニカルスイッチ330aを介して接続される。前記のように2倍高調波トラップの共振周波数は集積化容量の値とボンディングワイヤのインダクタンスで決まるので、スイッチ330をオン・オフして直列接続されたボンディングワイヤの本数を変えることで共振周波数を変化させることが可能である。この実施例の利点はボンディングワイヤ333a及び333b各々の長さの調節で共振周波数を制御可能な点である。これは増幅器基板100の特性が所望の通りにならなかった場合に実装段階で共振周波数を変えられるというメリットがある。本実施例は製造バラツキがあまり問題とならないような状況下において有効である。

<実施例4>図8に本発明の高周波増幅器の別の実施例を示す。図8は図5に相当するパワートランジスタの出力部分に相当する部分の回路図である。実施例2において331a及び331bと2個もうけられた集積化容量素子は1個の集積化容量素子331で置き換えられ、その代わりに増幅器基板100上のグラウンドパッド334aに隣接して別のグラウンドパッド334bが設けられ、その間がマイクロメカニカルスイッチ330bを介して接続されている。グラウンドパッド334a及び334bは各々ビアホールを介して基板内部のグラウンドと接続されているので、複数のグラウンドパッド(334a、334b)を介して信号が接地される場合と1個のグラウンドパッド334aのみを介して接地される場合とで共振周波数を決めるインダクタンスの値が異なる。そのため、スイッチ330bのオン・オフに伴って

2倍高調波トラップの共振周波数に変化する。このことを用いて複数の帯域毎に2倍高調波トラップをチューニングすることが可能である。

<実施例5>図9に本発明の高周波増幅器の別の実施例を示す。本実施例では整合回路素子の値として、容量値のみでなく、伝送線路長をスイッチを用いて切り替えることで、実施例1よりも大幅な周波数の可変幅を得ている。具体的には容量素子322aと323bとの間に入る伝送線路の長さをマイクロメカニカルスイッチで短絡して最大長と最小長の比を1:2程度まで可変とし、容量素子322a、323bに対してほぼ同程度の容量値を有する容量素子322b、323bをマイクロメカニカルスイッチを介して並列に接続し、容量値をほぼ2倍にすることで、整合周波数範囲を2倍程度に広げた。また、整合素子324については容量部品自身の持つ自己共振周波数が2倍程度変化する必要があるため、容量値としては7倍程度の容量を並列に設けることで自己共振周波数を1/2程度まで下げることを可能にした。これによりGSM900(876~915MHz)とGSM1800との約2倍異なる2周波数帯域の増幅器を1個の増幅器で実現した。

【0025】以上の説明では主として高周波移動体通信用端末に用いられる高周波電力増幅器に適用した場合について説明したが、本発明はそれに限定されるものではなく、電力増幅器の前段のドライバアンプなど、狭帯域の高周波増幅器全般に適用することができる。

【0026】

【発明の効果】本発明の高周波増幅器によれば、複数の周波数、出力レベル、変調信号方式の信号を増幅するための増幅器モジュールを、周波数の数、出力レベルの数、あるいは変調信号方式の数よりも少ない数の高周波増幅器により構成できるため、増幅器モジュールの小型化が可能となるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1を示す回路図である。

【図2】実施例1を示す平面図である。

【図3】実施例1を示す利得の周波数特性図である。

【図4】実施例1を示す整合回路のインピーダンスである。

【図5】実施例2を示す回路図である。

【図6】実施例2を示す構造図である。

【図7】実施例3を示す増幅器の平面図である。

【図8】実施例4を示す回路図である。

【図9】実施例4を示す回路図である。

【符号の説明】

10 初段増幅器

20 第2段増幅器

30 第3段増幅器

31 第3段入力整合回路

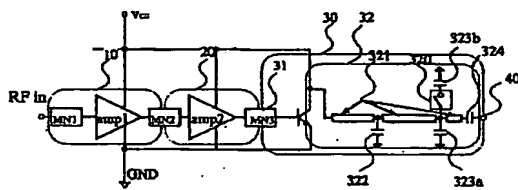
32 出力整合回路

33 パワートランジスタ

- 40 出力端子
- 100 増幅器基板
- 320 マイクロメカニカルスイッチ
- 321 伝送線路
- 322 整合容量素子
- 323 整合容量素子
- 324 整合容量素子
- 325 マイクロメカニカルスイッチ駆動電極

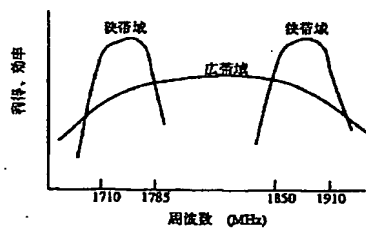
【図1】

図1



【図3】

図3

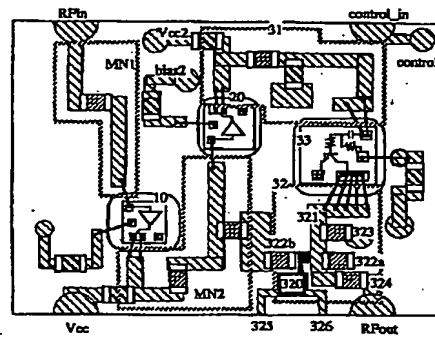


- \* 326 マイクロメカニカルスイッチ駆動電極
- 330 集積化マイクロメカニカルスイッチ
- 331 集積化容量素子
- 332 ボンディングパッド
- 333 ボンディングワイヤ
- 334 グラウンドパッド
- 340 マイクロメカニカルスイッチ。

\*

【図2】

図2



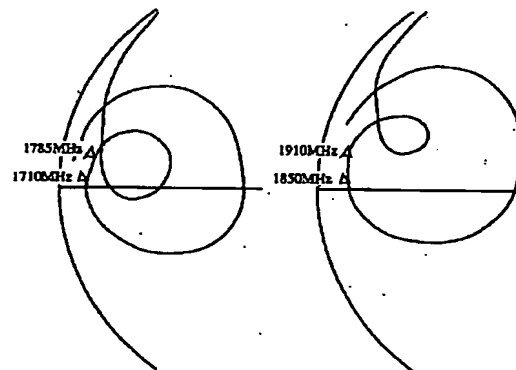
チップ容量

配線

チップインダクタ

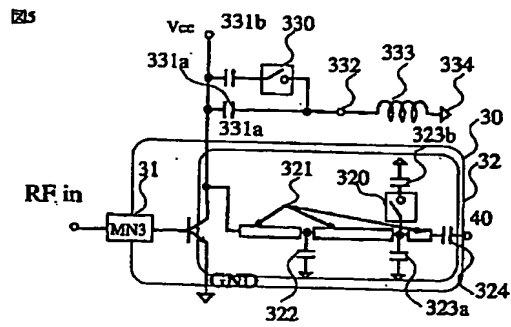
【図4】

図4

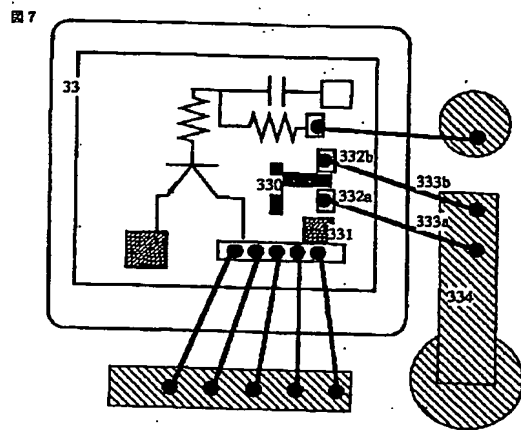




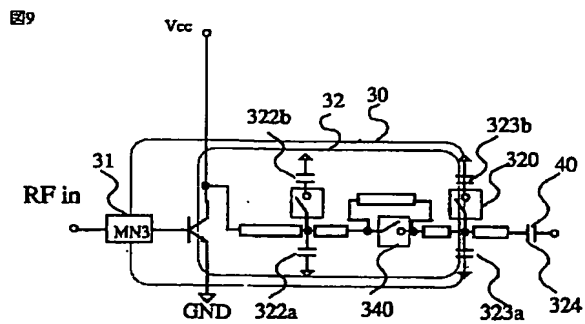
【図5】



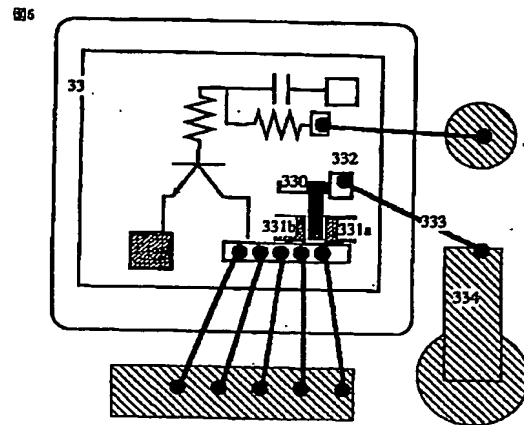
【図7】



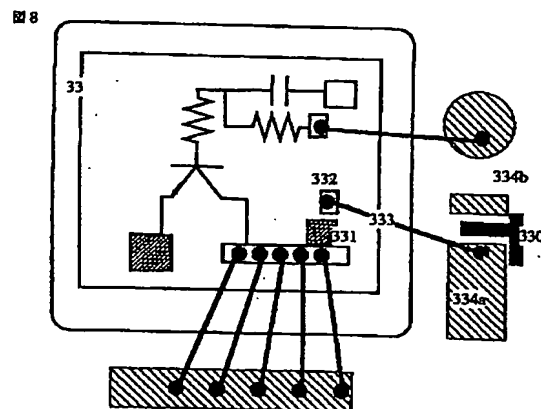
【図9】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 栗山 哲  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

F ターム(参考) SJ069 AA01 AA04 AA51 CA21 CA36  
CA91 CA92 FA18 HA02 HA06  
HA10 HA19 HA21 HA24 HA25  
HA29 HA33 HA38 KA29 KA41  
KA66 MA08 MA21 QA04 SA14  
TA02 TA03  
SJ091 AA01 AA04 AA51 CA21 CA36  
CA91 CA92 FA18 HA02 HA06  
HA10 HA19 HA21 HA24 HA25  
HA29 HA33 HA38 KA29 KA41  
KA66 MA08 MA21 QA04 SA14  
TA02 TA03  
SJ092 AA01 AA04 AA51 CA21 CA36  
CA91 CA92 FA18 HA02 HA06  
HA10 HA19 HA21 HA24 HA25  
HA29 HA33 HA38 KA29 KA41  
KA66 MA08 MA21 QA04 SA14  
TA02 TA03  
SJ500 AA01 AA04 AA51 AC21 AC36  
AC91 AC92 AF18 AH02 AH06  
AH10 AH19 AH21 AH24 AH25  
AH29 AH33 AH38 AK29 AK41  
AK66 AM08 AM21 AQ04 AS14  
AT02 AT03